

DATA LINK TÁCTICO

Pablo Macchiavello Poblete*

Resumen

Durante la batalla de Inglaterra la naciente tecnología del radar permitió detectar en forma prematura los bombarderos que se acercaban desde el continente; la difusión de esta información era realizada por reportes de voz. El avance de la tecnología aeronáutica permitió que los aviones volaran a una mayor velocidad y la capacidad de difundir esta información de manera oportuna se convirtió en una necesidad. Fue así, como en 1950 EE.UU. aprovechó el desarrollo de la informática para crear la red de información táctica TADIL. Las redes de Data Link Táctico (TDL) nos proveen un medio para difundir información procesada por los diferentes sensores, IFF, MAE, reportes de vigía, etc., lo que permite tomar decisiones acertadas como también la interoperabilidad de las fuerzas.

Palabras clave: Mando y control; enlaces tácticos; OTAN; operaciones navales; data link

Las redes de Data Link Táctico (TDL) entregan un medio para difundir la información procesada por los radares, sonares, IFF, equipos de guerra electrónica, reportes de vigías y equipos electro ópticos. Lo anterior permite promulgar información de panorama, clave para la toma de decisiones dentro de una fuerza naval.

¿Qué es?

Las redes de Data Link corresponden a la conexión de un emisor con un receptor a través del uso de un protocolo común, por medio de ondas de radio o cables para el traspaso de información digital de relevancia táctica. Los sistemas de C3 los usan para transmitir, recibir, difundir y retransmitir órdenes e información táctica. El sistema Link corresponde sólo al protocolo de conexión, para aumentar la seguridad de la información suele estar acompañado de una forma de encriptación de datos.

Durante la batalla de Inglaterra, el uso de los entonces nacentes radares permitió la detección de pedazos de metal en el cielo. Éstos correspondían lógicamente a bombarderos alemanes que se acercaban desde Europa. La difusión de las detecciones era realizada mediante reportes de voz, lo que era lento e impreciso. Con el paso del tiempo los aviones volaban más rápido y la capacidad de promulgar la información prontamente se convirtió en una necesidad. Para finales de 1950 EE.UU. aprovechó el desarrollo de la informática y electromagnética para crear la red de información táctica TADIL. Cada uno de los protocolos de Data Link utiliza estándares que permiten la interoperabilidad de plataformas y fuerzas. En estos momentos existen redes de datos de desarrollo nacional y multinacional, sin embargo este trabajo se centrará en aquellas utilizadas por los países miembros de la OTAN y sus aliados.

* Teniente 2º. Destacado Colaborador de la Revista de Marina desde 2016. (pablomacch@hotmail.com).

La interoperabilidad es definida como la habilidad para proveer y aceptar servicios de otros sistemas, usando dichos datos para operar eficientemente de forma conjunta. Esto no depende sólo del *hardware*, *software* o habilidad del personal de manera aislada, sino que es un resultado integrado, acompañado de procedimientos operacionales y de entrenamiento apropiado. Para lograr la interoperabilidad de los TDL conceptualmente se tomó el modelo de 7 capas de *Open Systems Interconnection* (OSI) (Figura 1), en la capa más baja se logra el enlace físico a través de ondas de radio. El intercambio técnico de corrección y encriptación se logra en los niveles de enlace y red. Los 3 niveles más bajos del modelo corresponden a la red y los 4 superiores son propios de los procesos, siendo encargados en orden ascendente de recepción de mensajes (transporte), ordenar los paquetes de datos (sesión), presentar en un formato común la información (presentación) y permitir la interfaz hombre-máquina necesario para la interacción con el usuario (aplicación).

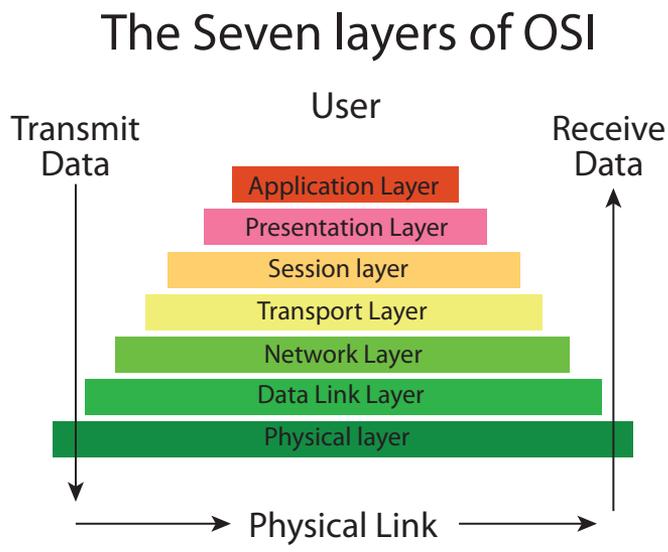


Figura 1 Modelo OSI de las 7 Capas.

En resumen, los TDL permiten incrementar la conciencia situacional permitiendo el traspaso de información entre sistemas. Se adquiere de esta forma una mejor concepción del espacio de batalla y se aumentan las probabilidades de tomar

buenas decisiones, la eficiencia en el empleo de medios y disminuyendo el tiempo de respuesta.

Tipos de link – estándar OTAN

Existen diversos tipos de enlace, algunos de desarrollo nacional o para una fuerza específica, conformando un abanico de diversas opciones en sistemas de traspaso de información. La OTAN, sin embargo, ha estandarizado a través de las publicaciones STANAG o ADatP los protocolos para ser utilizados en los sistemas de mando, control y comunicaciones. Los principales enlaces de datos son:

- Link 1, enlace punto a punto de características similares al Link 4A, pero que no cuenta con la capacidad de ser encriptado.
- Link 4A, enlace no seguro usado normalmente entre una estación directora de defensa aérea y una Patrulla Aérea de Combate (PAC).
- Link 11 A, también conocido como TADIL-A

es un protocolo que utiliza un enlace de datos digital seguro, con transmisiones paralelas y formatos de mensajes.

- Link 11 B, enlace punto a punto digital, donde los datos son recibidos de forma simultánea por las unidades que reportan contactos.

- Link 16, enlace seguro y de alta velocidad, pensado para reemplazar el sistema de link en distintas plataformas de superficie, terrestres o aéreas.

- Link 22, corresponde a la actualización del Link 11 tomando características propias de la red de Link 16, siendo más rápida.

Link 1

El Link 1 fue el primer enlace, creado a principios de 1950. Es un link usado por la OTAN en su sistema de defensa aérea, como sistema punto a punto fijo, usado entre estaciones en tierra y aeronaves de vigilancia aérea y control (ASACS).

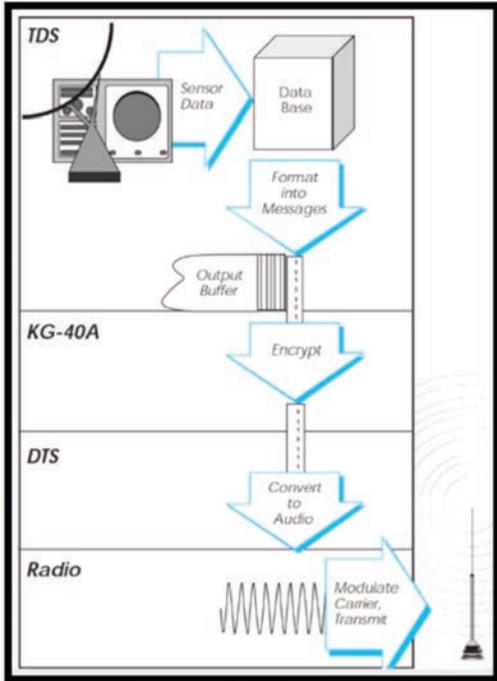


Figura 4 Ciclo de Tx de datos en Link 11

HF. Opera en el rango de los 1364 bps (HF, UHF) alcanzando alrededor de 300 Km y en 2.250 bps (UHF) alcanzando 25 Km Su-Su y 150 Km Su-Air ya que se encuentra limitado a línea de mira (LOS). Normalmente el Link 11 A es operado en una sola frecuencia, sin embargo las unidades participantes (PU) pueden simultáneamente enviar datos en 2 frecuencias distintas. Esto tiene

el efecto de proveer una capacidad anti *jamming* a través de un grado de diversidad en frecuencia. Existe la capacidad de realizar intercambios de información con otros protocolos de Link usando traductores. El principal modo de uso del Link 11 A es a través de un sondeo (*Roll Call*), en el que la estación directora (DNCS) efectúa un barrido a las unidades participantes de la red (PU). La unidad participante transmite todo su panorama, de acuerdo a los filtros que se haya autoimpuesto, dentro del alcance de RF a todas las PU en la red. Al terminar, el DNCS comienza el sondeo con la siguiente unidad y así sucesivamente. Debido a la tecnología de diseño, el barrido dentro de la red se demora hasta 10 segundos y el traspaso de datos es limitado (la numeración de los tracks está restringida a 4 dígitos octales), por lo que esta red es adecuada para el traspaso de panorama y algunas órdenes específicas, mas no para controlar aeronaves u otras actividades relacionadas al ámbito de guerra. El enlace es seguro a través de la inclusión de encriptación en la cadena de transmisión pero no es resistente a contramedidas electrónicas, por lo que su uso está recomendado para escenarios benignos a pesar de la inclusión posterior de un sistema de contramedida llamado SLEW, que consiste en la modulación de la onda en un tono de 1.800 Hz de ocho fases para mejorar el desempeño en HF.

Link 11 B

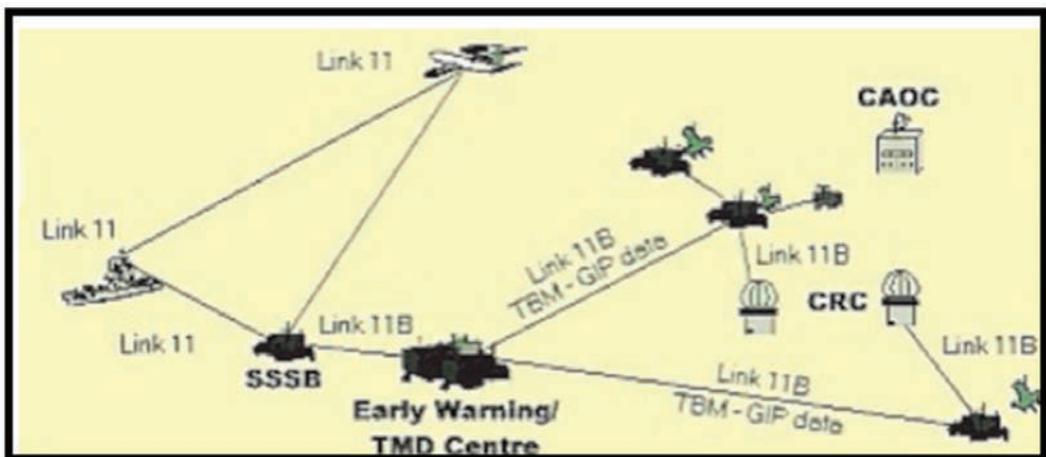


Figura 5 Uso de Link 11B en estaciones terrestres.

El protocolo de Link 11 B o TADIL-B es un sistema que utiliza la misma arquitectura y tecnología que la versión A; sin embargo, corresponde a una red dedicada punto a punto, dual y de datos digitales, a través de una secuencia básica de tiempo, usando un marco de transmisión serial característico y mensajes con formato estándar en dígitos binarios. La transmisión de datos se realiza a razón de 1.200 bps (o en un múltiplo de este, dependiendo del ancho de banda). Las unidades que intercambian datos vía Link 11 B son designadas unidades reportadoras (RU) o unidades reportadoras adelantadas (FRU). Dentro de la OTAN este enlace es utilizado como el principal protocolo de intercambio de datos entre bases terrestres. Desde un punto de vista operacional, se puede ver como un enlace simple, donde la información es retransmitida por las unidades a través del uso de canales distintos bajo un mismo protocolo de Link B.

Link 14

Es un Link especial que difunde información táctica en RF desde unidades marítimas con capacidades de sistemas de C3 a unidades que no cuentan con ellas y que tampoco tienen Link 11. El sistema puede operar en HF, VHF o UHF dependiendo de las capacidades de comunicaciones de las plataformas involucradas. Lo anterior permite transmitir información a largas distancias utilizando modo de transmisión de teletipo, sin embargo la baja velocidad de 75 bps permite una tasa de actualización de la información cercana a los 6 minutos, haciendo este tipo de Link poco efectivo para efecto de mando, control y toma de decisiones en escenarios cambiantes y hostiles. Este enlace es usado principalmente para suplementar otros enlaces y para mantener actualizado el panorama de ciertos contactos de interés (High Interest Track Broadcast) a través del sistema de difusión. Está discontinuado a contar del año 2000 por la OTAN, sin embargo se mantiene en uso pues aún guarda cierta utilidad en compilación de panorama de superficie.

Link 16

Corresponde al actual enlace multifuncional usado por los países y aliados de la OTAN. Es un

sistema de radio con capacidad de distribución de informaciones, localización de posición e identificación. La función primaria es distribuir datos de forma digital. Algunos terminales, incluso permiten comunicación por voz en canales doble de vía digital. El objetivo final del Link 16 es transmitir la información en el tiempo, con el blanco y en el lugar correcto. Alcanza una velocidad de tráfico de hasta 238 Kbps, casi 100 veces más rápido que el Link 11 y utiliza formato de mensajes de la serie J. Fue concebido para corregir las deficiencias presentadas por sus antecesores durante el conflicto con Vietnam, sin alterar el concepto básico de intercambio de información. Por lo anterior, el Link 16 sólo mejora las características y añade otras como resistencia a la interferencia electrónica, seguridad, velocidad y cantidad de información que puede ser transmitida, disminución del tamaño y peso de los equipos (permite la instalación en aeronaves de combate), capacidad de voz digitalizada en modo seguro, localización de participantes y un mayor número de integrantes por red. Debido a que mantiene la estructura general del Link 11, la velocidad en razón de actualización de los datos dentro de la red son similares, sin embargo se avanzó en la precisión de la información de los blancos. El sistema emplea arquitectura del tipo TMDA en la que hasta los 128 usuarios máximos que puede soportar la red comparten el mismo canal. La información se encuentra disponible en tiempo real para todos los usuarios y para cualquier estación que necesite los datos, a través del uso de equipos *slots* que repiten la información recibida a ciclos regulares: cuando un terminal no transmite, se recibe de otros retransmitiendo la información requerida. Además el hardware cuenta con la capacidad de participar en más de una red de forma simultánea, permitiendo la interacción de distintos panoramas en uno común de la fuerza.

Como parte de las medidas de protección electrónica incorporadas en este protocolo, se consideró la operación en 51 frecuencias en la banda D, con un ritmo de 77.800 saltos por segundo (aproximadamente). El primer usuario de la red debe sincronizar el sistema, lo que recibe el nombre de *Net Equipment Reference*. Si el computador asociado al sistema anticipa

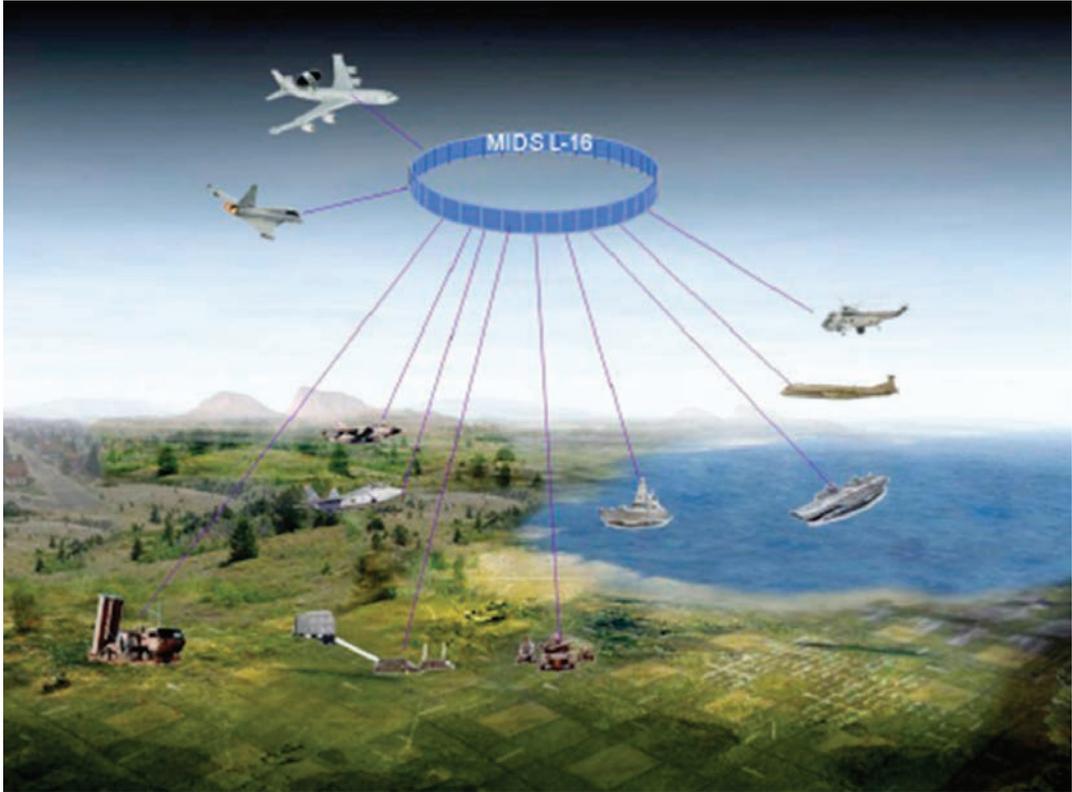


Figura 7 Uso de Link 16.

un tráfico muy grande, varias redes pueden ser introducidas en un espectro de frecuencia mayor, permitiendo una banda dedicada para datos de aeronaves, coordinación de armas, voz, imágenes, etc. El principio rector de la red de Link 16 es que no se necesita una unidad controladora de red, sino que corresponde a una red libre que no requiere la transmisión continua para estar activa. La conciencia situacional es traspasada por todos los participantes para todos los participantes, funcionando como receptores y transmisores al mismo tiempo.

Además de la agilidad en frecuencia descrita anteriormente, el protocolo cuenta con diversidad en frecuencia, detección y corrección de errores de la red e implementación adicional de equipos de encriptación de la señal. También cuenta con un sistema de identificación y localización de la posición (PPLI), que disminuye el riesgo de fratricidios al incorporar este método secundario de identificación de contactos, complementando el uso de IFF y AIS. El enlace dependerá de

las condiciones de propagación de la banda respectiva, sin embargo no cuenta con un límite nominal debido a la integración de sistemas de comunicación satelital del tipo STDL y operación en frecuencias SHF. El mayor problema del Link 16 es que fue concebido en la década de 1970 y actualmente parte de la banda de trabajo se encuentra compartida con la aviación civil (parte superior de la banda UHF) y con sistemas del tipo IFF y TACAN. Aunque se espera que para este año 2017 más de 6.000 unidades se encuentren equipadas con capacidades de Link 16, los F-22 de EE.UU. sólo tendrán la capacidad de recepción, para no evidenciar su posición al transmitir mediante el uso de esta red.

Link 22

Conocido también como programa NILE, el Link 22 corresponde a un enlace híbrido entre el Link 11 y el Link 16, debido a que adopta una serie de funciones de ambos enlaces, pero particularmente del segundo. El Link 22

	<i>Link-11</i>	<i>Link-22/Link-16</i>
Address Range	001 - 176	00001 - 77777
Track Numbers	0200 - 7777	00200 - ZZ777
Track Quality	0 - 7	0 - 15
Track Identification	Identity Pri Amp ID Amp	Identity Platform Specific Type Activity Nationality
Status Information	Limited	Detailed
Position Granularity	457 m	10 m
Air Speed Granularity	51 km/h	4 km/h
Lines and Areas	No	Yes
Playing Field	950 x 950 km	Worldwide
EW	Limited	Detailed

■ Cuadro comparativo TDL.

se define como el TDL de próxima generación para los países de la OTAN. Fue desarrollado por un grupo de colaboración multinacional conformado por Canadá, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Reino Unido y Estados Unidos, siendo este último además el anfitrión. Usando un enlace digital computador a computador, en plataformas aéreas, de superficie y terrestres, es resistente a contramedidas electrónicas, cuenta con un alcance más allá de la línea de mira (BLOS), puede funcionar con salto en frecuencia o frecuencia fija, y es compatible gracias a la tecnología VMF, con mensajes en formato de la serie J (Link 16) y de la serie F (Link 22). Estas capacidades aseguran flexibilidad y su condición multirol. A pesar de todo lo anterior, su principal cualidad es la capacidad de operar hasta en 4 redes discretas en forma simultánea, para formar una súper red, usando sistemas de radio diferentes y en la que cada participante de cada red puede comunicarse con otra red. Estas capacidades de interoperabilidad y flexibilidad serán vitales en los entornos de guerra del futuro y en escenarios donde la información constituye la principal ventaja sobre el adversario.

En relación con Link 11 se ha mejorado en muchos aspectos. Respecto a las medidas de protección electrónica se han introducido

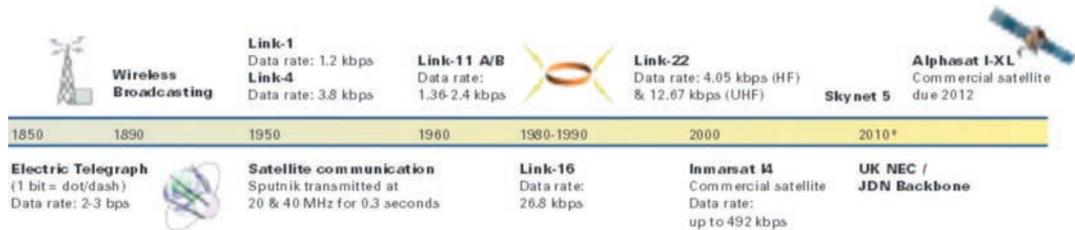
técnicas de encriptación modernas, salto en frecuencia, regulador de potencia y el uso opcional de una antena adaptativa (supresión de interferencia y *jamming* adicional). La capacidad de transmisión de mensajes tácticos se vio incrementada tanto en el protocolo como en la utilización de redes simultáneas, permitiendo el traspaso en HF y UHF de información de AAW, ASW, ASUW, EW y TBMD, siendo el antecesor capaz de concentrarse sólo en uno de estos ámbitos. Otro aspecto que mejoró fue la capacidad de incluir un gran número de unidades en la red. Aunque esto puede no ser un gran problema en marinas pequeñas como la chilena, en ejercicios multinacionales es una complicación, siendo que el Link 22 puede soportar más unidades (hasta 125) y a una mayor velocidad que el Link 11. Además, el uso del sistema de acceso múltiple por división de tiempo eliminó la utilización de la unidad directora de la red, permitiendo una mayor robustez de los enlaces y dando redundancia al Link a través de diversidad de frecuencia, de tiempo y de antena.

Conclusión

Los enlaces de datos tácticos son muy importantes para las fuerzas militares de hoy, pues permiten la toma de decisión y la interoperabilidad

de las fuerzas. Se debe entender que en los complejos escenarios actuales, es muy importante poder contar con información precisa, detallada y actualizada de la situación, lo que permite tomar decisiones correctas y con el mínimo daño colateral. El desarrollo de esta tecnología ha avanzado a grandes pasos, permitiendo la incorporación de procesadores más rápidos y

capacidades de enlace por satélite. Al mismo tiempo, la inclusión de estas tecnologías en las diversas plataformas es concordante con el intercambio de información que existe en el mundo actual y de la misma manera se debe tomar conciencia de la dependencia de la tecnología que esta situación reporta a las operaciones navales.



BIBLIOGRAFÍA

1. [http://ids.nic.in/UK%20Doctrine/UK%20\(5\).pdf](http://ids.nic.in/UK%20Doctrine/UK%20(5).pdf)
2. http://idsoc.net/Documents/IDLS_tactical%20DL_leaflet_WEB1.pdf
3. LONGDON Jason, Link 22 Integration Needs Overview (Lockheed Martin Australia Limited). MILCIS 2013, Canberra.
4. JOHNSON, Mark, MIDS/Link 16 Overview, SPIRITS 3.
5. WILLIG Fabien, The Tactical Data Links Provider Focus on Link 22, Rockwell Collins, Roma 19 de Juio, International Marketing - Communication Systems
6. ASENSTORFER John, COX Thomas and WILKSCH Darren, Tactical Data Link Systems and the Australian Defence Force (ADF), DSTO-TR-1470, Technology Developments and Interoperability Issues
7. SIMENSEN, Thor A., LINK-11 Communications, Naval Postgraduate School Monterrey California, Marzo 1992.
8. SORROCHE Joe, Tactical Digital Information Link-Technical Advice and Lexicon for Enabling Simulation (TADIL-TALES) II: Link 11/11B